



TITLE:

# 計測工法との関わり

AUTHOR(S):

足立, 紀尚

---

CITATION:

足立, 紀尚. 計測工法との関わり. 地盤工事における観測施工シンポジウム 2013: 共同研究 (一般共同研究) 23G-04.

ISSUE DATE:

2013

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/175673>

RIGHT:

## 計測工法との関わり

足立紀尚



えーっと、最初のタイトルですよ。これは、戦前はこういう風に日本語を書いておった、という事は、昔の話をしますよということです。

1. アメリカ・カナダの岩塩鉱山における坑道に対する応力制御工法と現場計測工法. (世良田章正先生の指導)
2. 青函トンネルにおける地山のクリープ変形と崩壊予測. (足立, 岩崎ら)
3. 川崎製鉄千葉第6高炉基礎工事におけるRCC (Real-time Construction Control) 工法の確立. (富永, 越後, 岩崎氏ら)

3つほど話をしますが、一番下の話を今日の話として一番いいんですけども、とりあえずアメリカにおった時分にカナダの鉱山でアメリカの鉱山で、岩塩鉱山なんです、世良田先生の指導の下で、いろんな、どういう風な、…、安定性があるかとか、そういう面について勉強したって話をします。2番目は、青函トンネル、これ、岩崎さんも一緒にやったんですが、クリープを計測してですね、まあまあ、崩壊予測ができるかなといったあたりで、現場で、邪魔しに来るなといわれて辞めたような話。3番目は私自身がタッチしたものじゃないですけど、これが計測方法というもののですね、古い、最もしっかりしたものである

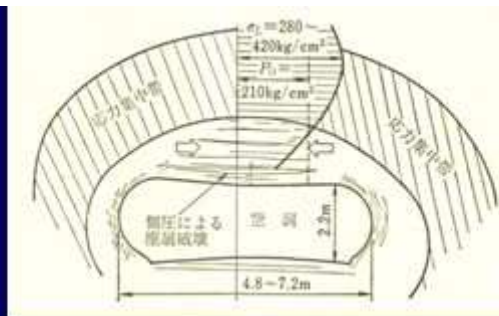
と理解しております。

## 1. アメリカ・カナダの岩塩鉱山における坑道 に対する応力制御工法と現場計測工法.

1960年～

- ① 第二次大戦後、世界各地でカリ鉱床の探索が行われた.
- ② カナダ中央部 (Saskatchewan 州) の地下1000～1200mで世界最大の鉱脈を発見.
- ③ 政府は、岩塩の強度から、750m以深の開発は危険と警告
- ④ 9社が、従来のRoom and pillar 工法 (幅7.5m, 高さ3m, 坑道間に12mの壁を残す) で開発に着手.
- ⑤ すべての鉱山で坑道天端の崩落問題に直面. ある鉱山では鉱夫の離散で、閉山寸前に追い込まれた.

まず、最初の方ですね、カリウム—KCA—ですけども、火薬の材料になるので世界中ものすごく欲しがってたんですよ、そのころ、ドイツでしか、あんまりなかった。戦後、世界中でカリ鉱を探し出した時にカナダの中央 Saskatchewan 州で地下 1000m～1200m で世界最大の鉱脈が発見された。しかしながら、岩塩の強度、これ、100KPa ぐらいだと思うんですけども、750m以深の開発は危険だという話がありまして、しかし、カリがほしいということで9社が、通常 Room and pillar 工法 幅 7.5m、高さ 3m、壁の厚さ 12m というもので開発に着手したところがですね、すべての鉱山で坑道天端の崩壊が起こったということで



### 水平地圧による坑道天端の破壊

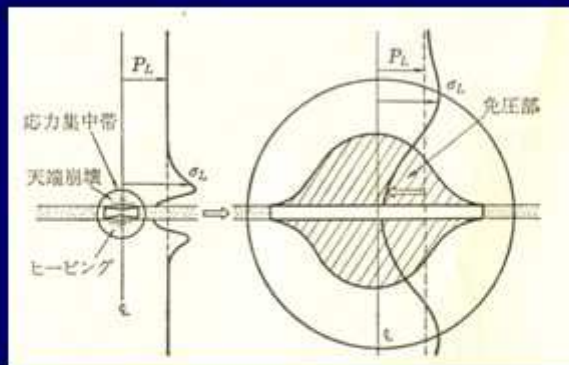
検討の結果、水平撓線応力による天端部の座屈であることが判明。その解決策として、現場計測と理論解析により開発されたのが、「応力制御」工法であって、支保工・覆工を用いず、坑道の断面形状と複数坑道の配置により、「トンネルは地山でもたす」というトンネル掘削の基本理念に立脚しており、免圧法、双設坑道法、時間制御法の3工法である。

この絵に描いてるように天井部分に免圧ゾーンが発生して、いわゆる、下に書いてありま



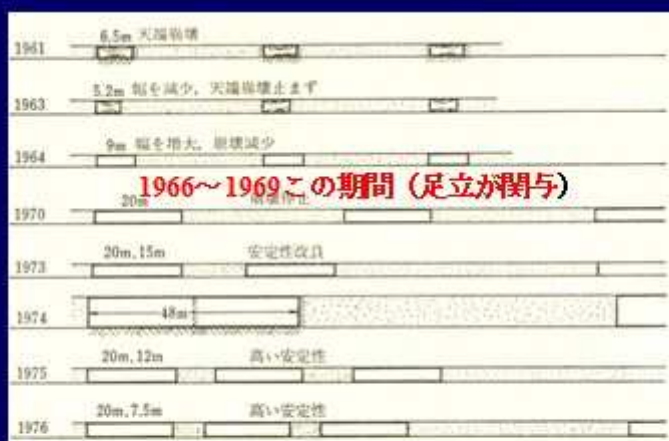
すように、座屈をして天端が崩壊する。

### (1) 免圧法 (Stress Relief Method)



本工法は、左図のように横幅の狭い坑道を、右図のように幅の広い坑道とするものである。すなわち、免圧部を大きくして、トンネル天端の水平応力集中部分を遠ざけることにより、坑道の安定を確保する工法である。

それをどのように解決するかという事ですね、Stress Relief Method、世良田さん考えたのが、左側が、いわゆる坑道幅が狭いもの、それを右のように幅を広くしてやると、非常に大きな免圧帯ができてですね、長い間もつという簡単な話なんです。なぜかというとなら山ですから、将来いずれ壊れてもいい、ただ、掘ってる間だけは持ってもらわなきゃ困る。ようするに簡単なカナダのカリ鉱山において右のようにやれば、十分長い間もつという話であります。



### 1960年代より1970年代に至る免圧法による坑道幅等の変化

1966~1969年：工法開発に足立が関与：Creep meter, Stress meter 等の開発および現場計測

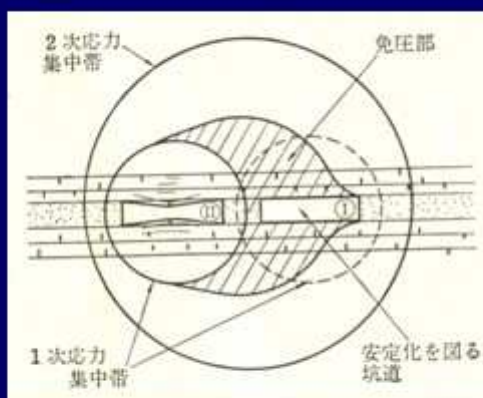
そして、これが、坑道幅の歴史的な変遷、1961年ごろ、いわゆる、さっき言った幅の狭い方だった、それをだんだん広げていって1964年から70年の間、私自身がおりまして、さらにその横、幅広くしたわけですが、ずっと来てるわけです。その後私の去った後の76年

まで、更に広くて、壁厚を狭くしてですね、……採掘の効率を最大にあげてる…。



こういう風にやるにも計測をしながらやったわけですけど、3人いる真ん中、私でございましてですね、Moab, Utah 西部劇をやる西部の…ですけど、そこで Creep-meter で現場の計測をすると。世良田先生と2人しかおらないもんだから、24時間を12時間ずつやって、やっぱり、若い方に夜中にやれって話。下は今度、Borehole を掘って、Borehole Stress Meter という現場応力を測るというやつですね。この Creep-meter も Stress meter もだいたい私と、その辺のワークショップ行っってね、自作のものです。だから、こういうものも作りながら計測もしながら、やったと。

## (2) 双設坑道法 (Parallel Rooms Method)

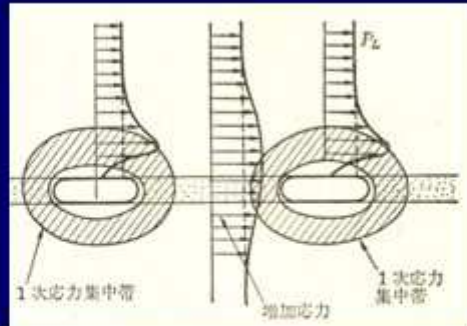


本工法は、まず右の坑道を掘り、これが破壊に至る前に、薄い隔壁を残して左の坑道を掘削するものである。1次応力集中帯が2次応力集中帯に拡大し、安定を図るものである。

それからもう一つはですね、右側の範囲を残したい場合にすぐ、左側に穴を掘ってる、そうして右側を残そうというのが双設坑道法と呼んでいます。これは、まあまあ、安定化は

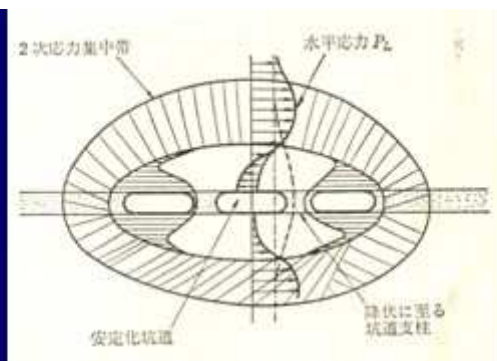
図れる。

### (3) 時間制御法 (Time Control Method)



地圧が非常に大きいとか地山が軟弱なときには、双設坑道法でも安定な坑道が確保できない場合がある。本工法は、長期間の安定を確保すべき所定の坑道の両側に2本の坑道を平行して掘削する。

しかし、それでも駄目な場合はですね、最初に両側に穴と掘っておいて、最後に真ん中に穴を掘ってやるんですが、

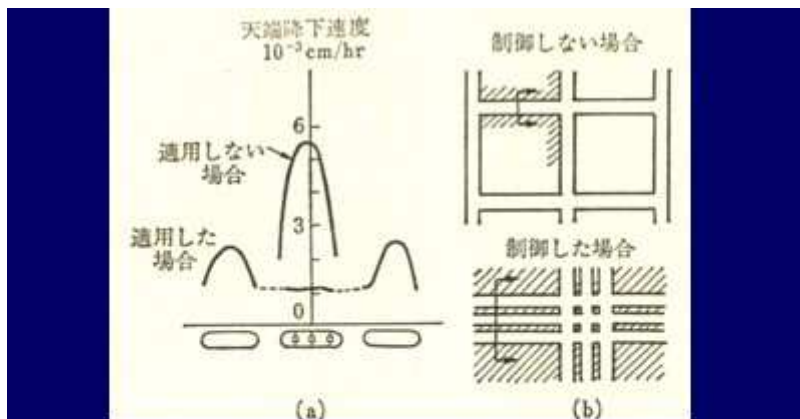


その中間部に、所定の坑道を掘削すると、新たに大きい応力集中帯と免圧帯が形成され、全体系が安定するという工法である。

本工法等は、地山内応力、坑道および周辺地山内の変位計測、室内実験、解析等を総合して開発されたが、もっとも有益な情報は現場計測による挙動の把握にあった。なお、掘削後も安全管理上の警報用として常時計測は継続された。

その時間制御法ってやつで、なんで、時間制御法がよくわからんけれども、両側をやっておいて、そのあとにかい・・・、さらに真ん中に掘る。真ん中の坑道は安定化すると。こういう風な工法をいろいろつくりだした時にですね、一番下に見えてあるように、地山内応力、坑道および周辺地山内の変位計測、室内実験、解析等を総合して開発したが、最も有益な情報は現場計測による挙動の把握にあると。そりゃそうですね、なぜかって、事実を事実として測って、一番いいものを選んできた、なおさら、その後の坑道の安定性も警報として常時 Creep-meter をいれて計測しながら、その現場が進行したという話であります。



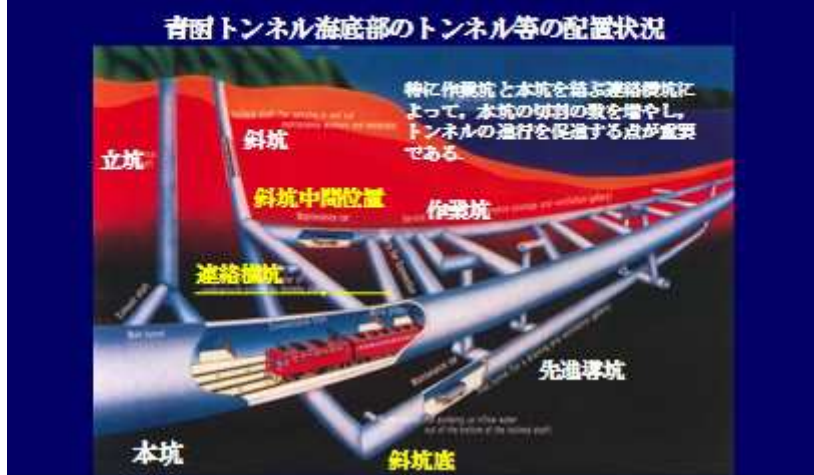


上図は、時間制御工法適用の有無による天端の降下速度分布の差異を示している。図において、適用した場合は、天端が一樣の速度で降下しているが、適用しない坑道では、坑道中央部で最大の降下速度を示し、平均値も適用坑道の3~4倍となっている。

いま言ったようなものは、右側の図上下に3つ坑道がありますけれども、もしも3つなくて、真ん中しかない場合のですね、クリープの速さっていうのが、左図のように大きな山なりになってる、この中央部ですね、ひとつだけ、中央部が大きな速さです。両側に2つの坑道を付加してやると、両側のやつはこういうふうなスピードをもってますけど、真ん中のものが非常に一定したスピードでですね、天井は安定したものになっています。

## 2. 青函トンネルにおける地山のクリープ変形と切羽等崩壊予測.

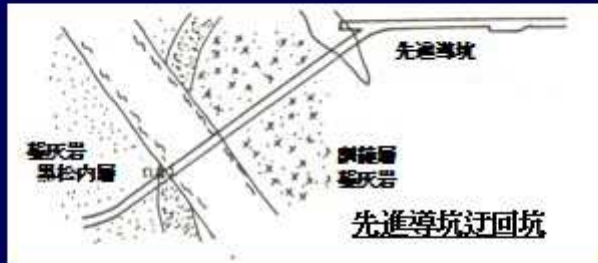
1970年～



次は、青函トンネルの話に変わります。

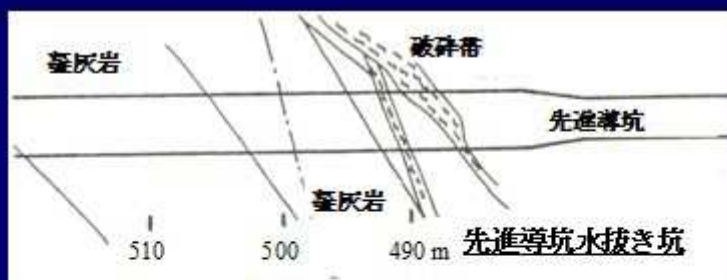
1970年代からですね、まだ、Creep-meterをもって青函トンネルへ参りました。

トンネル掘削時の周辺地山の時間依存性挙動を把握して、施工に反映できる計測工法確立のため、青函トンネル吉岡方先進導坑と作業坑でクリープメータによる計測を行った。



第1の先進導坑迂回坑は掘削前に予想された大断層を最短距離で突破すべく断層に直交する方向に導坑を迂回させた箇所である。断層は安山岩質凝灰岩や粘土化した凝灰岩から成り、周辺地山は断層により相当もまれていた。なお、この部分では第三紀の訓練層と黒松内層を挟んで存在している。

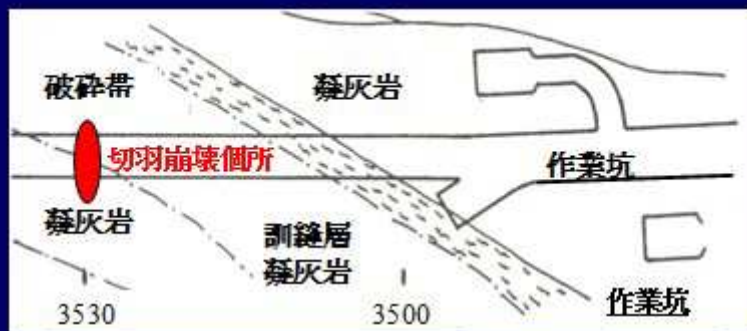
3 か所ぐらい、北海道方の先進導坑迂回坑、ここだけは計ったもの、それからですね、その迂回、先進導坑ってずっと登っていく訳ですけど、将来、排水用のトンネルになるわけですね、ところが、…をうめるためにこんなでこぼこになって水が抜けないと話してですね、



第2の先進導坑水抜き坑は先進導坑の起点から1280～1880m間の600mに先進導坑と平行に坑内水の排水を容易にするために設けられた坑道で水抜き坑と呼ばれている。計測を行った区間で水抜き坑起点より480mまでは地質が比較的よいが485～496m区間は粘土化した凝灰岩の破碎帯で、496m以降は再び良好な凝灰岩となっている。

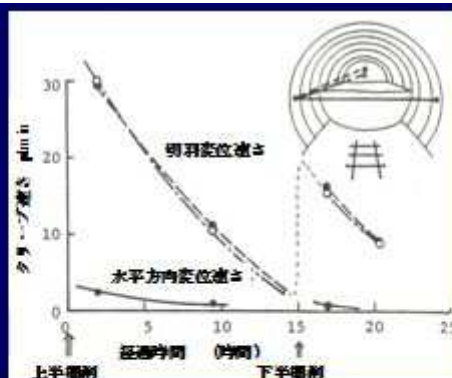
それを水が抜けるように 手掘りでですね、先進導坑水抜き坑をわざわざ、掘っておる。これようにも掘ってある。





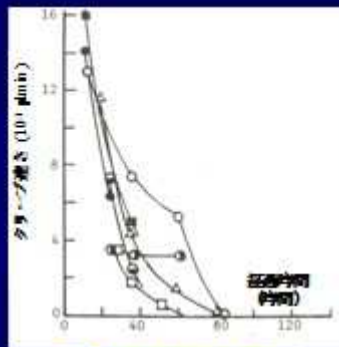
第3の作業坑は斜坑からの距離程 3500m 付近の破碎帯をはさんだ訓練層に属する粘土化した凝灰岩を対象に計測を行った箇所である。

もうひとつは、作業坑にも計測をやりました。この3か所でいろいろやったわけですが、切羽崩壊箇所ってのをあとで述べます。

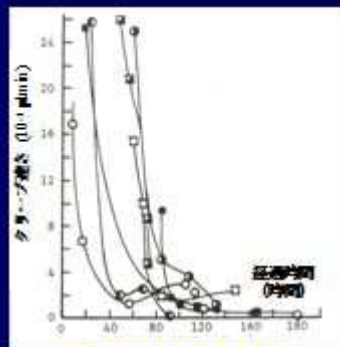


Creep meter による計測は上図に示すように切羽と側壁間の変位量の計測と2側壁間の変位、あるいは天端と側壁間の変位を計測することで切羽の押し出し量あるいはトンネル断面の変状を調べることによって行われた。図には典型的な計測結果を示すが、トンネル掘削後安定に向かう坑道のクリープ変形速度は急激に減少する様子を表している。

で、右上、ちょっと見にくいんですけども、要するに、ある素点からですね、切羽までの距離を測って、これが……時間と共にクリープ速度が落ちてくるのを、これは上半掘削……、水平方向のいわゆる……ですね。それは、…時間と共にだいたい減少するのが通常であるということでもあります。



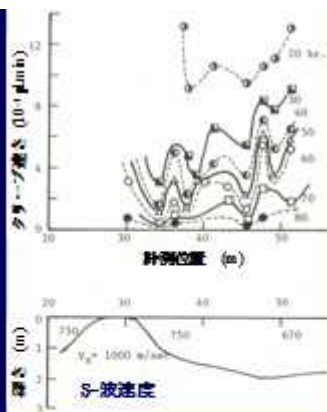
先進導坑迂回坑



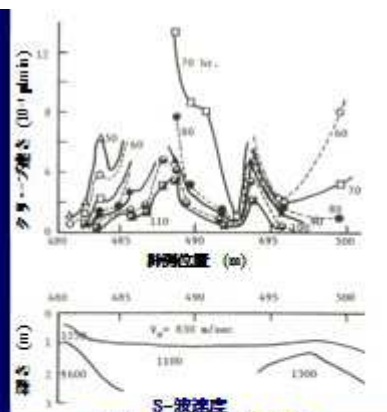
先進導坑水抜き坑

掘削による坑道周辺地山の挙動、特に安定に向かう坑道の事例を坑径変化速度と上半掘削後よりの経過時間の関係として上図に示す。この結果得られた知見は、クリープ速度が時間の経過とともに急激に減少していることである。

これは、先進導坑迂回坑、あるいは、先進導坑水抜き坑の、縦軸にクリープ速さ、時間、経過時間を取ってますが、ほとんどが急激に降りてくるという事を示しておったんだという事です。



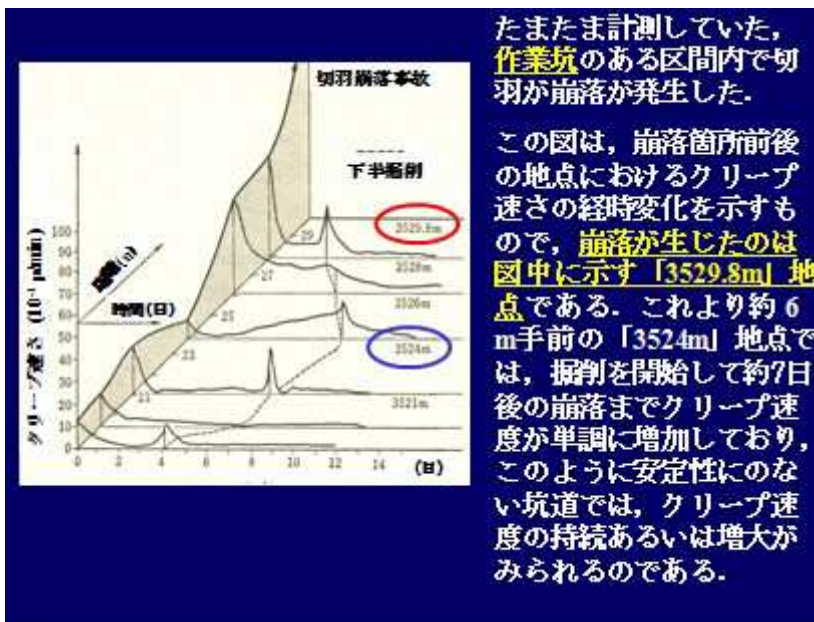
先進導坑迂回坑



先進導坑水抜き坑

このような地山の岩質の評価を定量的に行うためクリープ速度の計測とともにS波検層を実施し地質構造をより明確に把握することを試みた。クリープ速度が大きい個所は、S波速度の低い区間であって、よい一致を示していることがわかる。

おもしろいのは、S波速度ですね、これは、トンネル壁から、深さ1m、2m、3m、の値ですけど、いわゆる、 $V_s$  が大きい部分ってのは、クリープ速さは小さいですけども、750とか670とか、小さい場合は、クリープの速さも大きいという風に  $V_s$  のスピードも小さいところは、クリープ速さは大きいと、まあ、こういう対応といいますか、こういったものも、このあたり、830…特に低い部分は大きいと、こういう風なS-ウェーブとクリープスピードの関係というものもでて来ておりました。



そして、これが先ほどの作業坑の壊れた時のなんですけども、これが経過日数を書いてあって、これが、クリープ速度ですね。順番にこっちから掘って行って、ずっと掘って行ってる。いよいよですね、このあたりになると初期の変位がだんだんだんだん増えて行きますね、クリープ層からね、で、ここで、切羽崩壊が起こったという事で、最初にしめした平面図の中での切羽崩壊ってのは、クリープ速度がぐんと大きくなってくる所で起こるといふ事がよく、しめされています。



我々の解析手法と比べて、これがどうも限界線らしいと、これ以上になった部分、クリープ速度が、これは最初遅かったのが急に速くなって行って

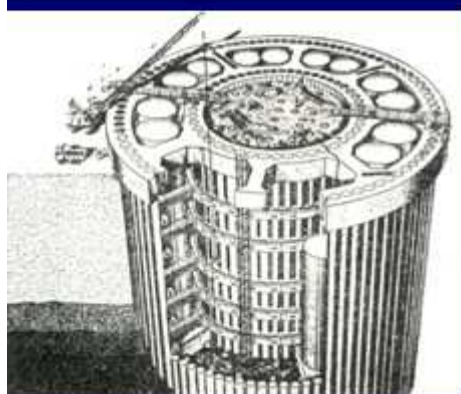
クリープ…破壊にいたったと、当たり前の話ですけれども、どうも、これが限界線で、これ・・・関係…になる、こういう…ですね、青函トンネルだったんですけども、要するに



我々が測定に行きまして、計測をしてみると、切羽は、ばーっと広がったり、曳いたり動きします。測定は、無用と考えていた現場の人には、ヤツラはトンネル掘るのを邪魔しに来た、といわれました。それは、1970 年なんです。

### 3. 川崎製鉄千葉第6高炉基礎工事におけるRCC (Real-time Construction Control) 工法の確立.

1975年～



この事例は、左図にその基礎概要を示すように、溶鉱炉の基礎で上部構造の荷重は鉛直力：30,500 t、水平力：7,200 t、曲げモーメント：227,000 t・mにも及ぶ大規模なものである。この基礎構造は、二重鋼管矢板井筒基礎で、軟弱な埋立地の悪条件のもと二重鋼管矢板の間を26mまで掘削した。そのときの現場計測の適用で、RCC工法の確立例である。

これは、川鉄の千葉の第 6 高炉基礎工事で実際にやったのが、富永さんと越後君、岩崎さんですね。これはちょっと見にくいですが、基礎の部分ですね、実際には、ドーナツの部分だけを掘って行って、いわゆる、腹お越しを入れ、支保工を組み込んで掘削が進んでいくというものでありますけれども、やはり、溶鉱炉ですから、30,500 t、水平力 7,200 t、それからモーメントも…あります。ここですね、岩崎さんの言葉で現場計測工法を Real-time Construction Control という英語にして、RCC というように称して、計測とコンピューターと非常にうまく連動してやった仕事であります。



建設地点は、東京湾に面した千葉の臨海埋立地である、地盤構成のあらましは、左図に示すように、旧海底地盤面(AP -5m)以下AP -30mまでが軟弱な冲積砂質シルト層、AP -40m以深に海成洪積層砂の支持層が存在する。表層は軟弱なために建設用の重機械が入れる状態ではなく、サンドマットを敷設した後、サンドドレーン、サンドコンパクションパイル各工法を2段階に分けて打設し、地盤改良を行った。

これが、見ていただいた通り、地盤は、いわゆる、軟弱盛土でありますけども、その下は、海底地盤、砂にシルト材質のもの、これが海底 5mに、これは、…非常にいい加減、悪い、そこに、サンドドレーン、サンドコンパクションパイル、で改良したということであります。

**つぎに現場計測工法の目的を列挙すると、以下のようである。**

- ① 掘削が地表面から約30mに及ぶため、鋼管矢板やリング支保工の変形・応力を常に把握し、安全性を確認しながら工事を進められるようにする。
- ② 二重井筒にはさまれた中間部の土は掘削されるが、その土被り厚の減少によって掘削面以下の土の抵抗性状がどう変わるかを把握し、設計変更（支保工の段数・設置位置）を行う。
- ③ 井筒外周辺（井筒壁から約 50m）の地盤についても、井筒内掘削の進行に伴ってどのように側方変位・沈下を起こすかを計算し、井筒壁の変形との関連や周辺構造物への影響をチェックする。
- ④ 鋼管矢板は、掘削時は土留め壁の役割を果たし、完成後は上部構造の支持杭として設計しているため、掘削中に鋼管矢板に発生する応力を当初の設計許容値以下にnaるよう管理する。

それで、目的というのは、掘削面から 30m におよぶため、鋼管矢板やリング支保工、これ、腹越しですね、それから、切バリ等々で、いわゆる、押えながら掘っていくと、その間の変形応力を常に把握し、安全性を確認しながら工事をすすめられるようにするというのが、まず一つ。

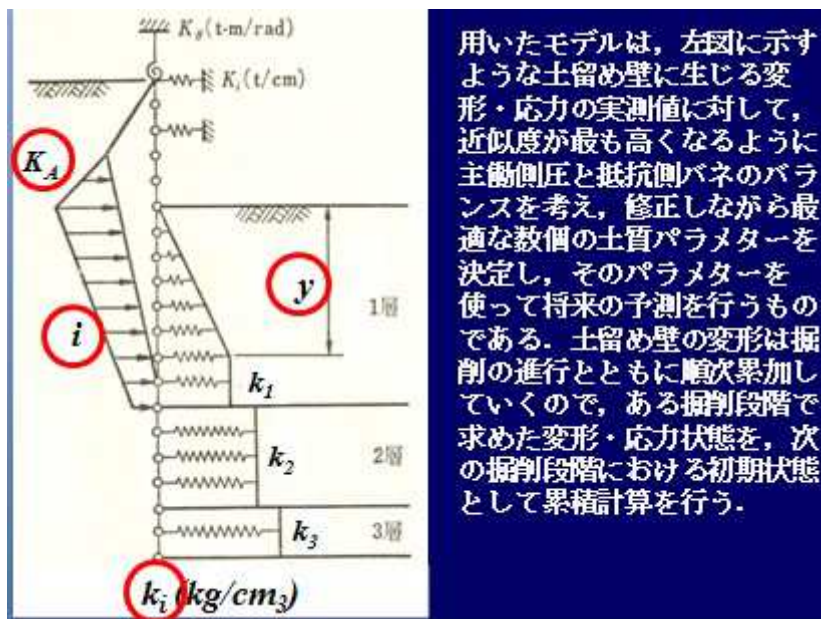
二重井筒というのはですね、井筒にはさまれた中間部の土は掘削されますが、その土被り厚の減少によって掘削面以下の土の抵抗性状がどう変わるか、それから、設計変更ですね、場合によっては、必要によっては、支保工の段数・設置位置の変更を行うという事ですね。

周辺の地山を考えましょう。重要なのは、この設計変更を考慮して計測を進めました。

これは、計器設置の、平面図でございましてけれども、この中、ここを掘っていくところですね、その周りは、コウカリハイザーっと…したって、これが腹越しをいれてあって、これが、内側の鋼管で、やはり、腹越しのリングリングがあって、ここにいわゆる切バリが入っていつている。この線は、切バリのない部分で計測しますけども、切バリの応力はこことここだと、腹越しの…はこことここで測る、全部で 2271 点の係数でやっていますから、そんなものあの、手でやる訳にはいかない、コンピューターが当然必要になったという話ですね。したがって、測るもの、これだけある。それを計算センターに持って行って、やって、それをコントロールしながら、アウトプットしてやっていくという事ですね。…RCC Real-time Construction Control system という風に、あれ、岩崎君が命名したシステムが動いていました。







用いたモデルは、左図に示すような土留め壁に生じる変形・応力の実測値に対して、近似度が最も高くなるように主働側圧と抵抗側バネのバランスを考え、修正しながら最適な数個の土質パラメーターを決定し、そのパラメーターを使って将来の予測を行うものである。土留め壁の変形は掘削の進行とともに順次累加していくので、ある掘削段階で求めた変形・応力状態を、次の掘削段階における初期状態として累積計算を行う。

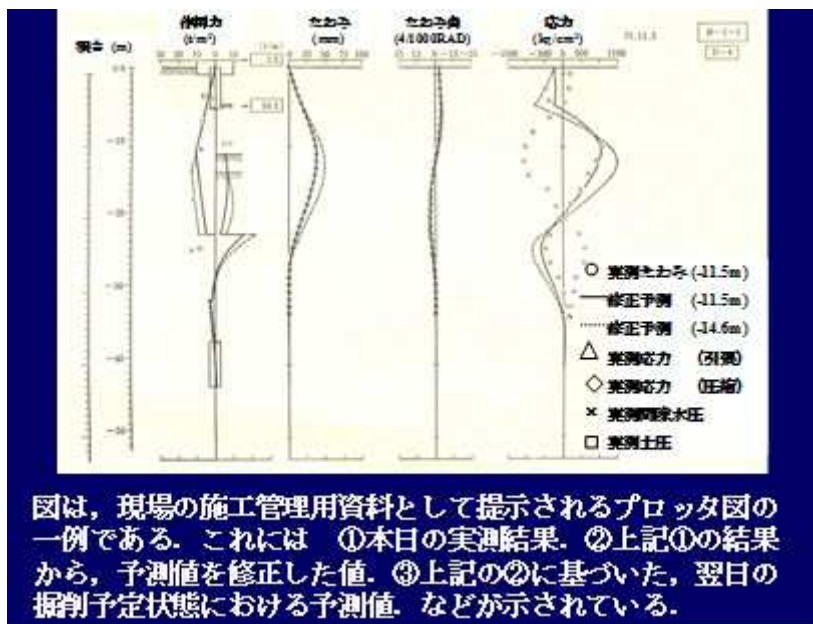
これはね、簡単なモデルなんですよ、さっきから出てるモデルじゃなくてね、しかも、この主働側圧  $K_A$  が、どう絡むかって言うのを、 $k_A$  を変えると、しかもこの位置、掘った面でおり線で  $i$  という勾配がおろす。掘ったこっち側には、切ばり部分がもちろん……入りますね、

いわゆる、値として変える。それから、主働側は、ハンデが少ないように  $y$  の深さまでこういった状態でおとす。それから、砂層ごとに  $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ 、という風にですね、 $K_i$  と書いてますけども、この地盤のモデルは簡単なモデルです。4つの係数を調整しながら、計測値に合うように計算しながら持っていく。

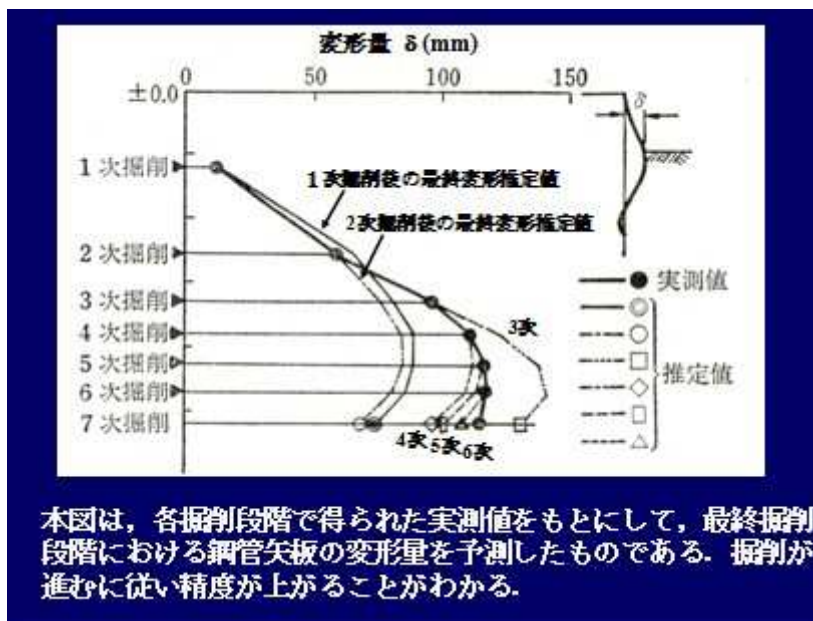
現場計測により得られる情報に基づき、構造物の挙動を把握し、設計条件の検討・修正、さらに将来の予測を行う手法を、計算の順序に従って述べる。

- ① 構造物の挙動に最も大きな影響を与えると思われる土のパラメタとして、前図に示す次の4種類を設定した。  
 $K_A$ ：主働側圧係数， $i$ ：主働側圧低減勾配， $y$ ：地盤反力係数低減長さ， $k_i$ ：水平地盤反力係数，それぞれについて計算しようとする値の下限，上限，ピッチ（1次分割）をインプットし、これらのすべての組合せについて構造計算を行う。
- ② この計算結果の変形・応力値を実測値と対比し、すべての実測値とその位置に対応した計算値の残差平方和が最小になるように、土のパラメタの組合せを決定する。
- ③ 上記②で決定したパラメタの近傍において、細かいピッチ（2次分割）を与えて同様の計算を行い、その結果を最適な土のパラメタとする。
- ④ 以上より決定された土のパラメタを用いて、将来の任意の掘削状態における挙動を予測する。

これはそういうところを書いてありますね。

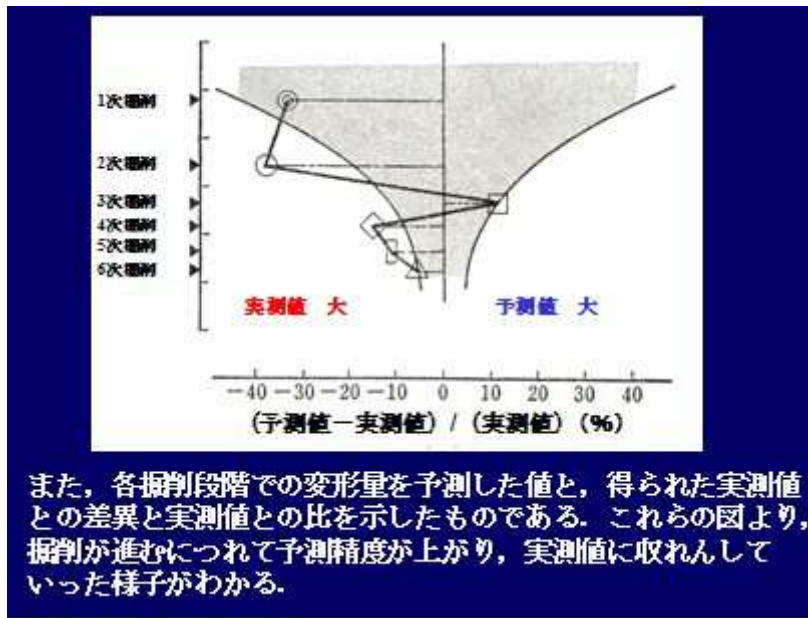


たとえば、ここまで掘った時の土圧がどのような形で与えた、黒丸で見終える部分、これはホントは白丸なんですけど、小さくて黒丸に見えますけど、これがその掘削した時の変位ですね、変位。それから、線で表してるのが、その変位に合うように修正した、その変位に合うように、さっきの上水圧を変えてですね、修正して合うようにして、その修正値を使って、次の 14.6mまで掘った時にどうなるか、っていうのを予測しているのが、この……、あるいは変位が出るだろうと予測をしていった。ですから、こちら、応力の方ですね、応力の方も、△で書いたのが引張り応力で、◇が実測応力で、間隙水圧もこっちの方、測ってますけども、ペケペケとか、実測の土圧は□で書かれています。こういうものもどういう風にあってるかって、値を変えるように修正していったという例であります。

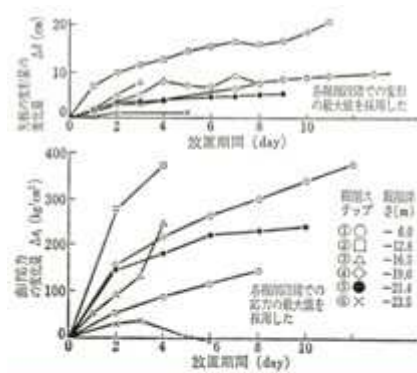


これはですね、第1回掘削した時に最終的な変位量がどのくらいなるか、多分、外側のリ

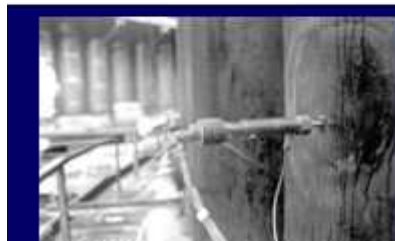
ング、内側に対する変位量ですけれども、それがですね、第1次予測ってのが、2重丸、これですね、第2次まで通った時に最終予測したのがこれです。非常に危険な予測してますね。ところが、第3次は、こんな風に安全な予測をしてしまっって、第4次、第5次、第6次ときて最終は、・・・で予測精度は上がってきてるということであります。



今度は逆に第1段階掘削した時に、予測した値－(引く)実測値/(割る)実測値 ということ で精度が分かる訳ですよ。やはり、危険が見られる予測をしておる。2次も予測を…あるんだ、ところが、3次になると逆に安全…予測になって次第に収れんしてきているという事ですね、予測違う、ことごとに修正して…編成して、こういう風に近づいてきたという ような絵でありまして、これを見ながらですね、制御していった。



リング支保工を設置するために掘削を一時的に中断するが、その放置期間中に鋼管矢板のクリープ変形量が大きいことも特徴の一つである。図には各掘削段階のクリープ変形量と、それに伴って生じた鋼管矢板の曲げ応力の変化量を示す。

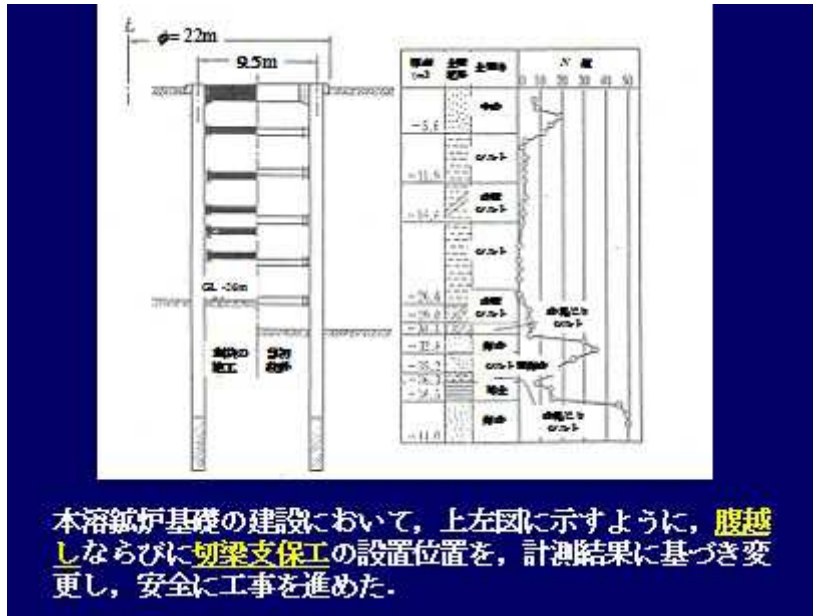


左図は、その際に適用されたCreep meterによる計測状況である。

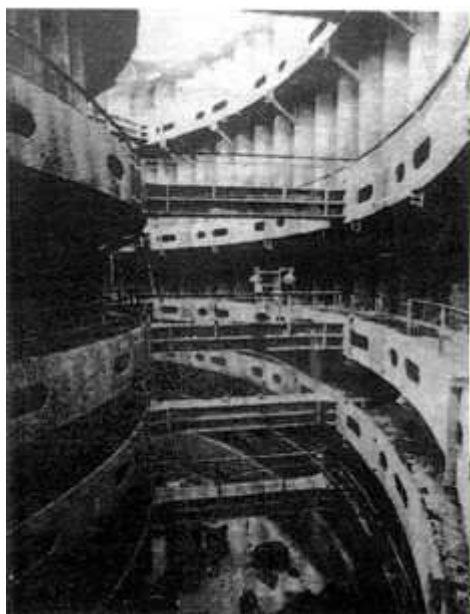
これは途中、支保工を入れている間に止まっています。その時、中に、クリープ変位が出てくる



わけですね。これも、私が作った Creep 計をもって行ってですね、これだけじゃないです、傾斜計…もちやんとチェックしてますけども、この Creep 計を使ってですね、いわゆる、クリープ速度で…平均を割るで求めるというような方法でやったということでもあります。



それで結局結論ですけどもね、いわゆる、建設するとどうも危ない、当初設計、これ右側でありますけど、これでは危ないという事で最終的にはですね、この位置を変えて行って、これ逆にちょっと甘く見過ぎた、これ、危ない、ここに1本増やした、ここ入れて、これでだいたい数合う、もちろん、一番下には、非常に立派なコンクリートの梁がもちろん入ってますけども、それはこの絵には書いてませんけども、こういう風にですね、計測によって、いわゆる、腹越しならびに切梁支保工の設置位置を変化させて行っているということでもあります。ですから、危険を察知すれば、ただちに追加切ばり入れると、腹越しをいれるというような事をして対処しているということでもあります。



AP-26m の床付け面に達したときの状況。

## おわりに

私が関連した多くの例の中の、昔の3例を紹介した。

岩塩鉱山の例では、自ら Creep Meter 等を製作し、現場計測も実施した、思い出深いものである。

青函トンネルの計測は、1970年初頭のNATM導入初期であり、“奴らは工事を邪魔しに来た”と陰口をたたかれた。

川崎製鉄千葉第6高炉基礎の建設は、直接関与したものではなく、富永、越後氏らとともに岩崎好則氏が中心となり実施したもので、今でも燦然と輝く成果であると確信している。これこそが、計測工法である。

昨今、事故が増えている。計測はするが、それは計画書にあるから計るだけで、その目的も理解せず、計測結果をも見ないという輩が増加している。嘆かわしい時代になったものである。

それで、終わりでございますが、私が関連した多くの例の中から昔の3例を紹介したという事です。岩塩鉱山の例では、自ら Creep Meter 等を制作し、現場計測も実施した、非常に思い出深いものであります。青函トンネルの計測は、1970年初頭のNATM導入初期なんです。“奴らは工事を邪魔しに来た”と陰口をたたかれた。それから、川鉄、私が直接関係したものではありませんけども、富永さん、越後君、岩崎さんが中心になって、こういう仕事をやられたという事で、これはもう、計測工法というものの、OMの、1975年ですかね、もうすでに30何年前にああいう仕事をしている。ということであります。ところが昨今、事故が増えている。計測はするが、計画書にあるから測るだけで、目的も理解しないし、結果も診ないという輩です、輩が増加している。嘆かわしい時代になったものです。

＊質問＊

＊川崎の仕事は、掘削深度は、当初と違うんですか。

岩)そうです。

＊それはどういう理由ですか。

岩)ある深度まで来て、掘削を止めました。

＊やめたんですか。

岩)やめた。やめてね、地盤を見て、十分に支持力があつたので、中止しました。

足)30mも26mも…それもいわゆる、設計変更、

＊それに対する発注者は、何か、クレームありましたか

岩)それはね、川鉄が発注者で、発注者が我々と一緒になってやってたから、だから、対立関係なかったんでしょうね、

足)宇野先生も最初お話しなさっておられたけど、オーナーを説得しなきゃだめですよ。

最近日本は、非常にケチなオーナーばかりで、よっぽど特別なルーティンになっているの

